



UNIVERSIDAD DE CUENCA

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

POSGRADO DE ORTODONCIA

***Evaluación de la reabsorción radicular externa apical por medio de CBCT
en pacientes clase II tratados con Herbst y AdvanSync®***

*Tesis previa a la obtención del Título
de Especialista en Ortodoncia*

Autora:

OD. Karina Andrea Pando Bacuilima C.I. 0104560958

Director:

ESP. DRA. Valeria del Rosio Siguencia Cruz C.I. 0103953212

CUENCA, ECUADOR

2018

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue analizar el grado de reabsorción radicular externa apical (RREA) en los incisivos de pacientes con diferentes propulsores mandibulares: Herbst y AdvanSync®. La muestra consistió en 28 pacientes en edades comprendidas entre 11 y 18 años, quienes fueron divididos aleatoriamente en 2 grupos: grupo Herbst (n=13; 12 hombres, 1 mujer) y grupo AdvanSync® (n=15; 10 hombres, 5 mujeres). Se analizaron 224 piezas dentarias (incisivos superiores e inferiores) mediante el uso de Tomografía computarizada de haz cónico. Los datos obtenidos fueron sometidos a dos pruebas estadísticas, se usó qui-cuadrado para determinar la asociación entre aparato y reabsorción radicular externa apical. De igual forma mediante la prueba t de Student y U de Mann-Whitney se determinó si existe o no diferencia estadísticamente significativa entre estos dos aparatos, teniendo en cuenta la cantidad de reabsorción radicular.

Los resultados indican una tendencia de menor reabsorción para el grupo AdvanSync® sin que exista diferencia estadísticamente significativa entre estos dispositivos. Se concluye que no existió una correlación significativa entre reabsorción radicular y tipo de propulsor.

PALABRAS CLAVE: REABSORCION RADICULAR, TOMOGRAFIA COMPUTARIZADA DE HAZ CONICO (CBCT), HERBST, ADVANSYNC®.

ABSTRACT

The aim of this study was to analyze the degree of apical external root resorption (RREA) in the incisors of patients with different mandibular reposition appliances: Herbst and AdvanSync®. The sample consisted of 28 patients, included the patients between 11 and 17 years, who were randomly divided in 2 groups aged between 11 and 18 years, who were randomly divided into 2 groups: Herbst group (n = 13, 12 men, 1 woman) and AdvanSync® group (n = 15, 10 men, 5 women). The analysis was over 224 dental pieces (upper and lower incisors) by using cone beam computed tomography. The data obtained were subjected to two statistical tests, a qui-square was used to determine the association between the device and apical external root resorption. Likewise t Student and U Mann-Whitney U tests were used to determinate whether or not there was a statistical significant difference between these two devices, regarding the amount of root resorption.

The results indicate a tendency of a smaller amount of resorption for the AdvanSync® group without a statistical significant difference between these appliances. It is concluded that there was no a significant correlation between root resorption and type of mandibular reposition appliances.

KEY WORDS: ROOT RESORPTION, CONE BEAM COMPUTED TOMOGRAPHY (CBCT), HERBST, ADVANSYNC®.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	9
2. MARCO TEÓRICO	13
2.1 Reabsorción radicular externa apical	14
2.2 El proceso de reabsorción de la raíz dental	14
2.3 Factores de riesgo en reabsorción radicular externa apical	15
2.4 Clasificación de la Reabsorción radicular externa apical	16
2.5 Incidencia de Reabsorción radicular externa apical en tratamiento de ortodoncia	17
2.6 Evaluación de Reabsorción radicular externa apical mediante CBCT	18
2.7 Tratamiento de Clase II con los propulsores mandibulares Herbst y AdvanSync®	19
2.8 Reabsorción radicular externa apical producida por el propulsor Herbst.....	21
2.9 Reabsorción radicular externa apical producida por el propulsor AdvanSync® ..	22
La literatura no proporciona información de los efectos negativos sobre las raíces dentarias producidas por el dispositivo AdvanSync®.	22
3. OBJETIVOS.....	23
4. MATERIALES Y MÉTODOS	25
Mediante la prueba t de Student y U de Mann Withney se comparó la media de reabsorción para cada grupo.....	32
En estos análisis fueron considerados niveles significativos iguales o menores al 5%(p≤0.05).....	32
5. RESULTADOS	33
6. DISCUSIÓN	40
7. CONCLUSIONES	45
8. BIBLIOGRAFÍA.....	47
9. ANEXOS	57
Anexo 1.....	58
PACIENTES DE LA CLÍNICA DE ORTODONCIA.....	58
CONSENTIMIENTO INFORMADO:	58

Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

Karina Andrea Pando Bacuilima en calidad de autora y titular de los derechos morales y patrimoniales de la Tesis "Evaluación de la reabsorción radicular externa apical por medio de CBCT en pacientes clase II tratados con Herbst y AdvanSync®", de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de esta Tesis en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, mayo de 2018



Karina Andrea Pando Bacuilima

C.I. 0104560958



Cláusula de Propiedad Intelectual

Karina Andrea Pando Bacuilima, autora de la Tesis "Evaluación de la reabsorción radicular externa apical por medio de CBCT en pacientes clase II tratados con Herbst y AdvanSync", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autora.

Cuenca, mayo de 2018

A handwritten signature in blue ink, consisting of a large, stylized 'K' and 'A' followed by 'Pando Bacuilima'.

Karina Andrea Pando Bacuilima

C.I. 0104560958



Dedicatoria

A María Luisa, madre y amiga incondicional



Agradecimientos

Agradezco a Dios por guiarme siempre.

Al personal administrativo y docente de la Especialidad de Ortodoncia de la Universidad de Cuenca en especial a mi tutora Dra. Valeria Sigüencia; al Director del posgrado Dr. Manuel Bravo, al Profesor Dr. Ebingen Villavicencio y al Dr. Andrés Perdomo.

A mi familia y amigos en especial Karla, Franklin, Paul y Elida por su gran apoyo.



1. INTRODUCCIÓN

El tratamiento de las maloclusiones de Clase II ha sido un enfoque principal y desafiante¹ de los investigadores de ortodoncia durante décadas,² siendo los propulsores mandibulares ampliamente empleados en dicha mecanoterapia.³

El Herbst y el AdvanSync® con su mecanismo telescópico bilateral son utilizados en el tratamiento de adelantamiento mandibular, sin embargo estos dispositivos estiran la musculatura de la masticación como los tejidos blandos, exponiendo así a los dientes del paciente a un sistema de fuerzas altamente complejo, si las fuerzas sostenidas son demasiado fuertes o duran demasiado, existe la reabsorción en el área apical se presenta.^{4, 5}

La reabsorción radicular externa apical (RREA) se la considera como un resultado iatrogénico frecuente del tratamiento ortodóncico,¹ en donde los cambios biológicos inflamatorios pueden conducir a la pérdida permanente del ápice de la raíz dental.⁶ Dichas modificaciones histológicas presentan una primera fase en donde la estimulación ocasiona daño de la capa de cementoblastos y tejido cementoide exponiendo el cemento mineralizado;⁷ en una segunda fase la reestimulación durante el periodo de gran actividad celular ocasiona una mayor pérdida de estructura dentaria.⁸

La RREA se ha asociado con varios factores predisponentes, diferenciándolos en biológicos y mecánicos, entre ellos tenemos: la susceptibilidad individual, genética, nutrición, tipo dentario, fuerza, mecánica y duración del tratamiento ortodóncico.^{9, 10} En este contexto, las piezas con mayor riesgo de reabsorción son los incisivos maxilares, seguidos de los incisivos mandibulares y molares permanentes.^{6, 11}

En la literatura, no se cuenta con suficientes trabajos investigativos que determinen la reabsorción radicular externa apical producida por Herbst y AdvanSync®, es por ello que este estudio fue diseñado para evaluar la RREA generada por estos aparatos en incisivos superiores e inferiores con el uso de tomografía computarizada de haz cónico (*cone beam computed tomography*-CBCT), constituyendo este un sistema preciso en la localización y medición de la longitud dentaria en comparación con radiografías bidimensionales 2D.¹²

a) Justificación

La Clase II es un tipo de maloclusión con un impacto negativo en quienes la presentan, debido a que no solo involucra aspectos físicos y estéticos sino también funcionales, biológicos y posturales, de esta forma las funciones orales trabajan de forma inadecuada.

El desarrollo de terapéuticas idóneas que permitan mejorar la calidad de vida de estos pacientes y sobre todo que resulten efectivas, ha permitido el uso los propulsores mandibulares Herbst y AdvanSync®. Estos dispositivos tienen mecanismos y objetivos similares de acción, pero su diseño varía. En cuanto al AdvanSync®, físicamente es más pequeño y no necesita procesos intermedios de laboratorio en comparación con el Herbst. Los efectos negativos de Herbst y AdvanSync® sobre las raíces dentarias no han sido estudiados. Para mejorar la precisión en la medición de longitudes dentarias se utilizó tomografía computarizada de haz cónico.

El presente trabajo investigativo pretendió sentar bases científicas sobre los cambios radiculares producidos a nivel de incisivos superiores e inferiores, argumentando a ello, que los mayores cambios posturales (proinclinación y apiñamiento) se presentan en estos dientes, haciéndolos propensos a procesos de reabsorción.

De esta forma, con la información proporcionada, el clínico podrá determinar qué tipo de terapia (Herbst y AdvanSync®) resulta efectiva sin que produzca mayores cambios radiculares. En el ámbito universitario, nacional e internacionalmente sentará una base para futuras investigaciones y cambios en el diseño y funcionamiento de estos propulsores.

El desarrollo de este estudio tiene como finalidad la obtención del Título de especialista en Ortodoncia en la Facultad de Odontología de la Universidad de Cuenca. En este sentido, se contó con los recursos humanos (pacientes, docentes, estudiantes, personal universitario), financieros y tecnológicos necesarios.



Al ser un trabajo estudiantil no existió un conflicto de interés y fue realizado teniendo en cuenta los lineamientos éticos e investigativos que demanda la Universidad de Cuenca

El tiempo aproximado de manejo clínico para esta investigación fue de 9 meses.



2. MARCO TEÓRICO

2.1 Reabsorción radicular externa apical

Es un proceso inflamatorio estéril de la raíz,⁸ secundario al movimiento del diente, que produce una respuesta biológica,¹³ la misma que puede conducir a la pérdida permanente del ápice de la raíz dental.^{14, 15} Se la considera como un resultado iatrogénico frecuente del tratamiento de ortodoncia ^{16, 17}

2.2 El proceso de reabsorción de la raíz dental

*En la primera fase del movimiento dentario en ortodoncia, al exceder la presión arterial capilar (20-26 g/cm²)^{18, 19} se produce una respuesta inflamatoria aguda con formación de necrosis aséptica- zona hialina²⁰. La eliminación de esta zona realizada por macrófagos, células gigantes de cuerpo extraño y osteoclastos²¹ puede dañar la capa de cementoblastos y tejido cementoide, (tejidos no mineralizados que recubren la raíz) exponiendo el cemento mineralizado.²²

El osteoblasto que contiene receptores de hormonas y factores de crecimiento es el responsable del reclutamiento y activación de los osteoclastos quienes son los encargados de reabsorber tejido mineralizado.²³

Durante este proceso las reacciones inflamatorias caracterizadas por vasodilatación periodontal y migración de leucocitos están producidas por la actividad biológica de las citocinas proinflamatorias²⁴ liberadas por las células migradas y las células residentes paradentarias. Las citocinas secretadas pueden inducir a las células diana (osteoblastos) para sintetizar y secretar numerosos mediadores proinflamatorios, que incluyen prostaglandinas y factores de crecimiento. Dentro de estas citoquinas encontramos a los miembros de la interleucina-1 (IL-1) que median mecanismos de defensa del huésped, la inflamación y la autoinmunidad. Además de las citocinas encontramos a otros mediadores como la prostaglandina E₂ (PGE₂)^{25, 26} que es un mediador inflamatorio producido a partir de ácido araquidónico.²⁶ Es así que el proceso de reabsorción se produce. Si la fuerza cesa el proceso de reabsorción también terminará hasta que no haya tejido hialino presente y se repare el cemento⁸

*En una segunda fase(reestimulación) la extensión de la reabsorción aumenta cuando la reactivación de la fuerza se hace durante la mayor actividad celular (día 4).Con la introducción de un nuevo estímulo mecánico, histológicamente hay mayor diferenciación en osteoclastos u odontoclastos, los mismos que se desarrollan completamente en cuestión de horas.⁸

Según Oppenheim todos los daños a la membrana periodontal, hueso y cemento probablemente podrían evitarse mediante el uso de fuerzas (estímulos) de corta duración seguidos de períodos de descanso de incluso mayor duración para permitir la reconstrucción de los tejidos periodontales.²⁷ Brudvik y Rygh indicaron que en las últimas fases, después del cese de la fuerza, el proceso de reparación es similar a la cementogénesis temprana que ocurre durante el desarrollo del diente. La formación de hueso mineralizado se observó sobre la superficie de la raíz reabsorbida en 21 días.⁷ Estudios recientes indicaron que el período de descanso en el movimiento del diente con fuerzas intermitentes podría permitir que el cemento reabsorbido se cure y evite una reabsorción adicional.²⁸

Las fuerzas livianas son preferibles, debido a su capacidad de provocar la reabsorción frontal del hueso. Las fuerzas pesadas a menudo causan necrosis (hialinización) a nivel del ligamento periodontal, provocan reabsorción ósea y están implicadas en la reabsorción de la raíz.²¹

Cuando la reabsorción radicular no es controlada, la pérdida de más de la mitad de su longitud, compromete el funcionamiento y la retención de los dientes afectados.²⁹ En un estudio realizado por Engström et al.,³⁰ se ha relacionado el aumento de severidad de la reabsorción de la raíz después de la ortodoncia con un aumento de reabsorción en el hueso alveolar.

2.3 Factores de riesgo en reabsorción radicular externa apical

Se han propuesto varios factores predisponentes, clasificándolos en 2 grupos: factores biológicos y factores mecánicos^{10, 31}.

2.3.1 Factores biológicos: Susceptibilidad individual, genética(gran componente genético, debido a que la ortodoncia representa menos de la mitad en RREA)³², factores sistémicos-endócrinos,³³ factores nutricionales, hábitos, traumatismo dentales previos, densidad ósea, morfología, tamaño dentario, tipo de diente.

2.3.2 Factores mecánicos: Cantidad de fuerza aplicada,³⁴ tipos de aparato de ortodoncia (el uso de elásticos puede ser un factor de riesgo para los dientes que soportan los elastómeros)³⁵ amplitud de movimiento³⁶ (cierre de espacios con movimientos dentarios extensos), mecánica utilizada (RREA relativamente menor sin extracciones³⁷ y mayor con movimiento intrusivo³⁸), duración del tratamiento (tratamientos largos aumentan la prevalencia de la reabsorción radicular)^{39, 40}

2.4 Clasificación de la Reabsorción radicular externa apical

En 1982, Malmgren et al., crearon un índice de evaluación cuantitativa de la reabsorción radicular apical^{41, 42} compuesto por los siguientes puntajes: ³⁸

- Puntuación 0: ausencia de cambios en el ápice de la raíz;
- Puntuación 1: contorno de raíz irregular;
- Puntuación 2: RREA de menos de 2 mm;
- Puntuación 3: RREA de 2 mm a un tercio de la longitud original de la raíz.
- Puntuación 4: RREA que excede un tercio de la longitud original de la raíz.

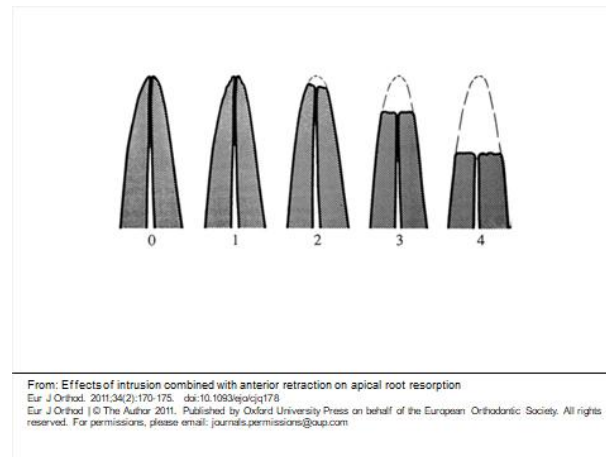


Figura 1. Evaluación cuantitativa de reabsorción radicular: 0 ausencia de cambios en el ápice de la raíz; 1 contorno de raíz irregular; 2 RREA de menos de 2 mm; 3 RREA de 2 mm a un tercio de la longitud original de la raíz; 4 RREA que excede un tercio de la longitud original de la raíz.

2.5 Incidencia de Reabsorción radicular externa apical en tratamiento de ortodoncia

Los estudios histológicos informan una incidencia mayor del 90% de reabsorción radicular inducida por ortodoncia^{6, 43} con un promedio de 0.4 a 1.5 mm de acortamiento total de la raíz en todas las piezas dentarias.⁴⁴

La reabsorción se produce principalmente en los dientes anteriores maxilares (tienen una sola raíz), presentándose la peor reabsorción en los incisivos laterales superiores ^{44, 45} Según una investigación realizada por Smale et al., aproximadamente el 4,1% de los pacientes estudiados tenían una reabsorción promedio de 1,5 mm o más de los 4 incisivos superiores y alrededor del 15,5% tenían uno o más incisivos superiores con una reabsorción de 2,0 mm.⁴⁶

Otros estudios demostraron que los incisivos superiores suelen mostrar más RREA que cualquier otro diente, seguidos de los incisivos mandibulares y los primeros molares.^{6, 11}

Los dientes con forma anormal de la raíz presentan RREA, es así que la raíz en forma de pipeta resultó ser más susceptible, de igual forma son altamente riesgosas las raíces dilaceradas, ⁴⁷ y las raíces en forma de triángulo ⁴⁸. En contraposición los dientes con raíces cortas y romas presentan menor riesgo de reabsorción.³⁴

Estudios de Sameshima y Sinclair informaron que los pacientes asiáticos experimentan una reabsorción de raíces significativamente menor que los pacientes blancos o hispanos.⁴⁴

En cuanto al género los estudios realizados no demuestran diferencia en la RREA entre hombres y mujeres.^{6, 49}

Vonderahe señala que los pacientes que presentaron reabsorción radicular en un tratamiento previo de ortodoncia, después de retirada la aparatología el proceso de RREA cesó.⁵⁰

La reabsorción radicular severa ocurre en 5% a 14.5% de los casos.⁵¹

2.6 Evaluación de Reabsorción radicular externa apical mediante CBCT

Las técnicas radiográficas convencionales¹² bidimensionales (2D) son los métodos más utilizados para el diagnóstico de la reabsorción radicular. Estos métodos, sin embargo, tienen limitaciones tales como: superposición de estructuras, acortamiento apical, radiolucencias, errores de proyección, distorsión e imágenes borrosas. Además, las radiografías convencionales son inadecuadas para clasificar las lesiones,⁵² la severidad de reabsorción⁵³ y para detectar las dimensiones precisas de RREA⁵², es así que la reabsorción en la cara lingual o proximal de las raíces es aún más difícil de detectar debido a la superposición de las estructuras circundantes⁵⁴

Las técnicas radiográficas periapicales dependen de la orientación correcta del paciente y la película, lo que aumenta la susceptibilidad a los errores de proyección. Aunque las técnicas en paralelo pueden disminuir la proyección y los fallos del procedimiento, la película ideal, el tubo de rayos X y las orientaciones de la cabeza aún pueden ser difíciles de lograr, lo que lleva a las distorsiones de la imagen.⁵⁵

La radiografía panorámica se utiliza rutinariamente en consultorios dentales y tiene algunas ventajas comparada con la tomografía computarizada normal, que incluyen una exposición a la radiación relativamente baja, menos tiempo de sillón, facilidad de uso, menos tiempo del operador, mejor cooperación del

paciente, menor costo, y disponibilidad en la mayoría de las oficinas dentales.⁵⁶

Las radiografías panorámicas sobreestiman la RREA en un 20% en comparación con las radiografías periapicales¹¹

La evolución de la imagenología ha permitido que a finales de la década de 1990⁵⁷ la introducción de la tomografía computarizada de haz cónico incrementa el uso de estas tomografías computarizadas con un escaneo rápido.⁵⁸ A través de CBCT se obtienen diagnósticos precisos con gran confiabilidad. Junto con un software específico para tomografías, el análisis de las estructuras permite un excelente contraste de tejidos,⁵⁹ es así que el diagnóstico puede ser realizado en tres dimensiones y las mediciones se realizan en cortes determinados. De tal forma que surge una nueva metodología precisa para la evaluación de las inclinaciones, angulaciones dentales y remodelaciones óseas, obviando la necesidad de radiografías periapicales y panorámicas adicionales⁶⁰.

En un estudio comparativo, realizado por Alamadi et al., se encontró que las radiografías periapicales subestimaron la longitud de raíces en un promedio de 2,6 mm en comparación con la subestimación de 0,3 mm en las imágenes CBCT.⁵²

A pesar de ello, algunos de los inconvenientes que presenta CBCT resultan ser altas dosis de radiación y su alto costo en comparación con radiografías bidimensionales^{59, 61}, Generalmente esto hace que no sea utilizada para las imágenes de rutina de la dentición.

2.7 Tratamiento de Clase II con los propulsores mandibulares Herbst y AdvanSync®

El tratamiento de las maloclusiones de Clase II ha sido un enfoque principal y desafiante¹ de los investigadores de la ortodoncia durante décadas,² siendo los propulsores mandibulares ampliamente utilizados en dicha mecanoterapia.³

2.7.1 Herbst

El dispositivo fue introducido por primera vez en 1905 por Emil Herbst,⁶² en el International Dental Congress en Berlín.⁶³ Después de un período de olvido virtual, Pancherz⁶⁴ lo reintrodujo a finales de los años setenta.

Este propulsor mandibular es similar a un telescopio bilateral, está anclado a los arcos superior e inferior mediante brazos largos y mantiene la mandíbula en posición de postura anterior continua durante todos los movimientos funcionales mandibulares⁶⁵. El anclaje se establece mediante un esqueleto metálico en molares y premolares superiores e inferiores. El Herbst es particularmente ventajoso porque el cumplimiento del paciente no es un problema.⁶⁶

La terapia del Herbst produce una redirección del crecimiento maxilar, movimientos dentales mesiales en la mandíbula, movimientos distales de los dientes en el maxilar superior,^{62, 67} el overjet y el overbite se reducen y las relaciones dentales (molares –caninas) mejoran en la dirección de Clase I.⁶⁸

En pacientes adolescentes tratados durante el pico de crecimiento puberal los resultados favorables con el uso de Herbst se deben a un aumento en el crecimiento condilar sagital.⁶⁹

En promedio el dispositivo se usa de 6⁶³ a 9 meses.

2.7.2 AdvanSync®

Fue creado por los doctores Terry y Bill Dischinger. Es un dispositivo fijo dentro del arco con 2 brazos telescópicos cortos unidos mediante tornillos a bandas,⁷⁰ mismas que van cementadas en los primeros molares permanentes maxilares y mandibulares (anclaje), en una posición donde se aplican fuerzas ortopédicas.⁷¹ Además este dispositivo cuenta con espaciadores de uno a dos mm para permitir activaciones de adelantamiento mandibular. La mandíbula avanza hasta llevarla a una

posición borde a borde y se reactiva entre 2 a 4mm cada 12 semanas en dicha posición.

La terapia de adelantamiento mandibular con AdvanSync® se logra a través de la restricción del crecimiento esquelético maxilar y cambios dentoalveolares mandibulares (protrusión y proinclinación de incisivos, así como la mesialización molar).²

2.8 Reabsorción radicular externa apical producida por el propulsor Herbst

Durante el tratamiento con aparatos ortopédicos funcionales fijos, los cambios oclusales estiran tanto la musculatura de la masticación como los tejidos blandos y esto expone los dientes del paciente a un sistema de fuerza altamente complejo.⁴ Si las fuerzas sostenidas son demasiado fuertes o duran demasiado, la reabsorción en el área apical se presenta.⁵

Entre los inconvenientes de Herbst está la pérdida de anclaje mandibular en donde la proclinación de los incisivos inferiores es frecuentemente observada.^{72, 73}. Durante este movimiento de inclinación, el diente gira alrededor de su “centro de resistencia”. El ligamento periodontal es comprimido (solo la mitad de su área) próximo al ápice del diente en el lado en el que se aplica la fuerza generando reabsorción.²⁵

Además, el dispositivo Herbst entrega fuerzas no fisiológicas a los dientes de anclaje inmediato⁵(molares superiores con mayor reabsorción por características anatómicas)²⁹ exponiéndolos a un mayor riesgo de reabsorción de raíz que en otros dientes incorporados al anclaje, ya sea directamente a través de bandas o indirectamente a través de contactos oclusales o aproximados ^{5, 74, 75}

Kinzinger et al.,⁵ en su estudio retrospectivo llevado a cabo en 20 pacientes con una edad media de 13.5 años, midieron la reabsorción radicular de premolares y molares sobre radiografías panorámicas y encontraron un aumento de la longitud radicular ($0.84 \pm 2.53\text{mm}$) en las piezas cuyas raíces tenían una formación incompleta, además de una disminución de la longitud

radicular sobre las piezas cuya formación radicular estaba ya completa (primeros molares maxilares y primeros premolares mandibulares - $0.28 \pm 3.53\text{mm}$). Los autores concluyen que tratamiento temprano con aparatos funcionales fijos es mejor que el tratamiento tardío debido a la mayor tolerancia biológica expresada por los dientes con una latencia apical (raíces incompletas). En otro estudio realizado por Nasiopoulos et al.,⁴ 25 adolescentes fueron tratados con el dispositivo Herbst. Se obtuvieron radiografías periapicales de premolares superiores e inferiores. Se calculó la longitud radicular pre y post tratamiento de tal forma que se encontró una disminución de la longitud de la raíz en el área de la raíz dental de -2.48mm^2 en los primeros premolares cuando se compararon con los segundos premolares. Los investigadores concluyen que a pesar que no se observaron cambios estadísticamente significativos sobre las raíces, la reabsorción del primer premolar mandibular fue mayor.

Un tercer estudio realizado por Schwartz et al.,¹³ en 23 pacientes se utilizó el propulsor Herbst. Se obtuvieron imágenes tomográficas de todas las raíces para la medición de reabsorción radicular, y se determinó que el 57.96% de las 980 raíces analizadas presentaron reabsorción con una media de reabsorción de 0.3mm. Los autores concluyeron que la reabsorción de la raíz inducida se da principalmente en los dientes de anclaje, sin embargo, la pérdida de la estructura de la raíz fue mínima y clínicamente insignificante.

2.9 Reabsorción radicular externa apical producida por el propulsor AdvanSync®

La literatura no proporciona información de los efectos negativos sobre las raíces dentarias producidas por el dispositivo AdvanSync®.



3. OBJETIVOS



3.1 Objetivo General: Analizar el grado de RREA en los incisivos superiores e inferiores sometidos a movimiento dental, con los propulsores mandibulares: Herbst y AdvanSync®.

3.2 Objetivos Específicos

- Evaluar el grado de reabsorción radicular externa apical en relación a factores asociados: edad, sexo, morfología radicular y biotipo periodontal.
- Comparar la media de reabsorción radicular en milímetros para los incisivos superiores e inferiores con estos 2 propulsores.
- Analizar las piezas dentarias que presentaron el mayor grado de reabsorción al comparar Herbst y AdvanSync®.



4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Tipo de estudio

Ensayo clínico controlado aleatorizado.

4.2 Universo y muestra

La muestra fue calculada mediante la fórmula para el muestreo de comparación de proporciones.

$$n = \left[\frac{Z_{\alpha} \sqrt{2PQ} + Z_{\beta} \sqrt{P_1 Q_1 + P_2 Q_2}}{P_1 - P_2} \right]^2$$

$$Z_{\alpha} = 1,96$$

$$Z_{\beta} = 0,126$$

$$P_1 = 0,66$$

$$Q_1 = 0,34$$

$$P_2 = 0,95$$

$$Q_2 = 0,05$$

$$P = 0,80$$

$$Q = 0,195$$

$$n = \left[\frac{1,96 \sqrt{2(0,80 * 0,195)} + 0,126 \sqrt{0,66 * 0,34 + 0,95 * 0,05}}{0,66 - 0,95} \right]^2$$

$$n = \left[\frac{1,96 \sqrt{0,312} + 0,126 \sqrt{0,22 + 0,04}}{-0,29} \right]^2$$

$$n = \left[\frac{1,96 * 0,55 + 0,126 * 0,52}{-0,29} \right]^2$$

$$n = \left[\frac{1,07 + 0,06}{-0,29} \right]^2$$

$$n = [-3,92]^2$$

$$n = 15$$

4.3 Hipótesis

Existe diferencia estadísticamente significativa en el grado reabsorción radicular externa apical en incisivos superiores e inferiores con el uso de los propulsores: Herbst y AdvanSync® en pacientes Clase II.

4.4 Procedimientos y técnicas

4.4.1 Reclutamiento y Diagnóstico del paciente

La población estuvo conformada por 2147 individuos, entre los pacientes que acudieron al departamento de ortodoncia (12) y los pacientes seleccionados de 4 diferentes unidades educativas de la ciudad de Cuenca: Unidad Educativa Zoila Aurora Palacios (588), Colegio Técnico Daniel Córdova (657), Unidad educativa César Dávila (586) y CEBCI (286).

De este grupo se obtuvo una muestra de 30 pacientes (muestra total 28 por 2 pérdidas) quienes mostraron características de Clase II división I, Clase II división 2 y Clase II Div 1 y 2 subdivisión asociadas a un micrognatismo o retrognatismo mandibular. Los pacientes proporcionaron información al Departamento de Ortodoncia de la Universidad de Cuenca y se obtuvo el consentimiento informado (ANEXO1). La edad de los pacientes estuvo comprendida entre 11 a 18 años con una media de 14,2 años y desviación estándar de ± 2 años. El 20% de estos pacientes perteneció al sexo femenino (6 casos) y 80% al sexo masculino (22 casos).

Los criterios de inclusión en este estudio fueron los siguientes:

- Dentición permanente y mixta tardía
- Clase II molar por más de media cúspide
- Clase II canina por más de media cúspide
- Clase II división 1, división 2 y subdivisión
- Overjet de más de 5mm en Clase II división 1
- Overbite de más de 60% en Clase II división 2

Fueron excluidos de la muestra aquellos pacientes con tratamientos previos de ortodoncia u ortopedia.

4.4.2 Aleatorización

Una vez ingresada la información apropiada, a cada paciente se le asignó de forma aleatoria mediante sorteo un sobre cerrado que contenía el nombre del propulsor mandibular a usar (Herbst o AdvanSync®). A su identificación personal (Nombre y Apellido) se le asignó un número de participación, de esta forma quedaron establecidos dos grupos de estudio.

4.4.3 Instalación de aparatología

4.4.3. a Herbst

Para la instalación de Herbst (Dentaurum GmbH Co, Ispringen, Germany®) se realizó la toma de mordida constructiva, teniendo en cuenta para este paso la coincidencia líneas medias y contacto anterior vis a vis. Los modelos de estudio montados en un articulador fueron enviados a un laboratorio especializado estandarizado para la confección del esqueleto metálico (Cromo-Cobalto), mismo que fue adaptado al mecanismo telescópico (brazos prefabricados) para producir el efecto propulsor.

El armazón metálico fue cementado en premolares y molares superiores e inferiores (piezas de anclaje). Conjuntamente en este proceso, se instaló aparatología fija Damon Q. (Torque alto superior y torque bajo inferior). Los brackets se colocaron en piezas anteriores incluyendo el canino en caso de estar presente en boca.

La secuencia ortodónica empezó por un arco de 0.014 pulgadas de Niquel-titanio termoactivo.

4.4.3.b AdvanSync®

Para AdvanSync® (Ormco Co, Glendora, California), se adquirieron cuatro bandas prefabricadas (2 superiores y 2 inferiores) con su respectivo mecanismo telescópico (un derecho y un izquierdo) que fueron adaptadas y cementadas sobre los 4 primeros molares permanentes, de tal forma que la relación dentaria anterior fue vis a vis.

Conjuntamente en este proceso, se instaló aparatología fija Damon Q. (Torque alto superior y torque bajo inferior). Los brackets se colocaron en piezas anteriores y posteriores hasta el segundo premolar, en caso de estar presente.

La secuencia ortodóncica empezó por un arco de 0.014 pulgadas de Niquel-titanio termoactivo.

4.4.4 Activación

4.4.4.a Herbst y AdvanSync®

Las activaciones que consistían en conservar una nueva relación dentaria (vis a vis) se realizaron cada 3 meses con la utilización de spacers. El número de estos aditamentos varió según la necesidad individual de cada paciente. El aumento de calibre de los alambres fue consecutivo (0.014; 0.014*0.022; 0.016*0.025; 0.018*0.25-Niquel titanio termoactivo)

La activación final consistió en conseguir y mantener una mordida invertida durante un período de 3 meses antes del retiro de la aparatología.

4.4.5 Examen de tomografía computarizada de haz cónico

Las imágenes de tomografía de haz cónico se obtuvieron de todos los pacientes en dos intervalos de tiempo, antes de iniciar el tratamiento y al finalizar dicha terapia. Todas las tomografías fueron realizadas por un solo radiólogo, quien usó el tomógrafo Newtom VGi EVO(NewTom MasterMind, Verona, Italia) con las siguientes especificaciones: FSV:110kV, 0.91Ma, SSV: 110Kv, SSV:5,46 mA. Tiempo de exposición 3.6 segundos, mAs: 11.2, Air Kerma: 3.30mGy, DAP: 604,47mGy, DAP: 604,47mGy.cm2, CTDIw: 2,87mGy, CTDIvol: 2,87mGy. El tamaño del vóxel se fijó en 0.3µm proporcionando 509 reconstrucciones multiplanares DICOM con dimensiones de 512*512.

El grado de reabsorción radicular externa apical fue medido en los cuatro incisivos superiores e inferiores tanto al inicio y después de 9 meses de tratamiento. El programa utilizado para dicha medición fue NNT Viewer (versión 4.5 NewTom Cone Beam 3D Imaging).

De las imágenes axiales de cada tomografía, antes de iniciar el tratamiento y al retirar la aparatología, se realizó un corte vestibulo lingual/palatino de las piezas a investigar y se obtuvo una imagen sagital (corono- radicular) con un grosor e intervalo de 1mm, los puntos de referencia para este corte estaban en la intersección del cursor sagital con el cursor axial, los mismos que fueron realizados en el centro de cada pieza dentaria, de tal forma que se garantizan los mismos cortes antes y después de la terapia(figura 2 y figura 3).

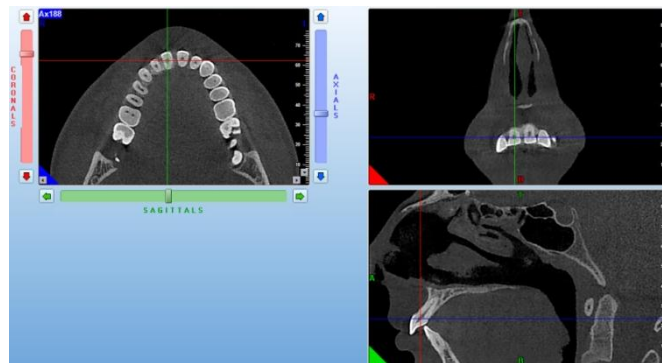


Figura 2. Puntos de referencia para este corte; intersección del cursor sagital con el cursor axial, realizados en el centro de cada pieza dentaria, de tal forma que se garantizan los mismos cortes al iniciar y finalizar la terapia

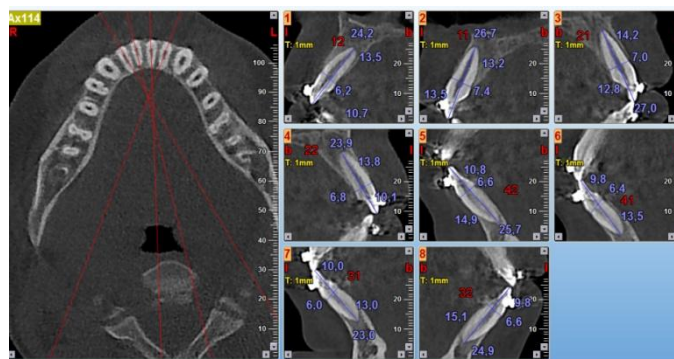


Figura 3. Cortes vestibulo-palatino/lingual obtenidos del Tomógrafo NewTom Cone Beam 3D Imaging. Cortes realizados en los incisivos superiores e inferiores al finalizar el tratamiento.

Posteriormente se midió en milímetros el eje longitudinal de cada pieza dental de la siguiente manera:

Como se observa en la figura 4, la longitud de la corona se determinó desde un punto a nivel del centro del límite amelocementario (LAC), hasta el punto medio incisal de la corona, de igual forma la longitud de la raíz se midió desde el punto LAC mediano hasta el punto más apical de la raíz. Cualquier variación de la imagen pre y post tratamiento se corrigió mediante el uso de los registros de longitud de corona. Por lo tanto, la relación entre la longitud de la corona inicial (C1) y la longitud de la corona final (C2) determinó el factor de corrección (CF). Se calculó un factor de corrección para relacionar la longitud de raíz de pre y post tratamiento de cada diente particular como se muestra en las siguientes ecuaciones. Luego se calculó el RREA por diente en milímetros:

CF-Factor de corrección

C1-Longitud coronal inicial

$$CF = C1 / C2$$

C2-Longitud coronal final

RREA-Reabsorción radicular externa apical

$$RREA = R1 - (R2 \times CF)$$

R1-Longitud radicular inicial

R2-Longitud radicular final

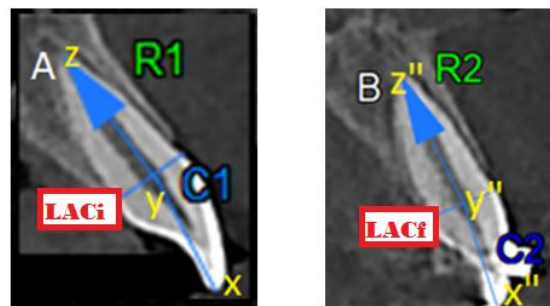


Figura 4. Puntos y distancias medidos en los cortes individuales de cada pieza; A: LACi=punto medio inicial, C1=Longitud coronal inicial, R1=Longitud radicular inicial, x= punto medio en borde incisal inicial, y= punto medio en LACi inicial, z= punto medio en apical inicial. B: LACf=punto medio final, C2=Longitud coronal final, R2=Longitud radicular final. x''= punto medio en borde incisal final, y''= punto medio en LACf final, z''= punto medio en apical final.

4.5 Análisis estadístico de la información

La información obtenida mediante medición directa sobre tomografías fue organizada en una de cálculo Excel 2010, dicha información se exportó en el programa IBM® SPSS Statistics® como una base de datos, a partir de la cual se desarrolló el análisis estadístico qui-cuadrado para medir los niveles de reabsorción radicular en asociación con los 2 propulsores mandibulares (Herbst y AdvanSync®), también se utilizó esta prueba estadística para la asociación de factores relacionados con reabsorción radicular (sexo, edad, biotipo periodontal y forma radicular), es así que la cantidad de reabsorción fue categorizada (media de los datos) como reabsorción nula o leve(\leq que la media) y reabsorción moderada o severa(> que la media).

Mediante la prueba t de Student y U de Mann Withney se comparó la media de reabsorción para cada grupo.

En estos análisis fueron considerados niveles significativos iguales o menores al 5%($p \leq 0.05$).



5. RESULTADOS

5.1 Análisis descriptivo

5.1.1 Frecuencia descriptiva del grupo y variables de la muestra

La muestra inicial estuvo conformada por 30 pacientes, de los cuales no fueron considerados 2 pacientes del grupo Herbst por las siguientes razones: los registros tomográficos iniciales de un paciente no se pudieron recuperar, en cambio, en el otro paciente, la medición de la longitud radicular se vio afectada puesto que dos incisivos inferiores estaban fusionados, de esta forma la muestra total se conformó por 28 pacientes. Los resultados se elaboraron con 13 participantes para el grupo Herbst y 15 participantes para el grupo AdvanSync®. La edad de los participantes estuvo comprendida entre 11 y 18 años con una media de 14.2 años y una desviación estándar de ± 2 años, la mayoría de estos pacientes presentó una edad igual o menor que la media (menor o igual a la media 16 casos 57,1% y mayor a la media 12 casos 49,9%). En relación al sexo el 21.43% perteneció al sexo femenino (6casos) y el 78.57% al sexo masculino (22casos), además también se tomaron en cuenta otros factores predisponentes (variables) para el riesgo de reabsorción radicular como es el biotipo periodontal (fino 12casos 49.9% y medio/grueso 16 casos 57.1%) y la forma radicular considerada de alto riesgo cuando tiene forma triangular, pipeta o dilacerada (18 casos 64,3%) y de bajo riesgo cuando es ancha y rectangular (10 casos 35,7%). (Tabla 1).

En ambos grupos, la duración del tratamiento activo (T1-T2) fue aproximadamente 9 meses.

Tabla 1. Distribución de la muestra por grupo, sexo, edad, biotipo periodontal y forma radicular por paciente

Variable	n	%
Propulsor		
Herbst	13	46,4%
AdvanSync®.	15	53,6%
Sexo		
Masculino	6	78,6%
Femenino	22	21,4%
Edad		
≤ media	16	57,1%
> media	12	42,9%
Biotipo periodontal		
fino	12	42,9%
medio/grueso	16	57,1%
Forma radicular		
Alto riesgo	18	64,3%
Bajo riesgo	10	35,7%
Total	28	100,0%

5.1.2 Frecuencia descriptiva del análisis en incisivos superiores e inferiores

Las piezas analizadas fueron organizadas de acuerdo a la forma radicular, considerando de alto riesgo las formas triangular, pipeta o dilacerada y bajo riesgo ancha y rectangular tanto en el arco superior como en el inferior; En el arco superior se observa que la mayoría de piezas presentan mayor porcentaje de forma de alto riesgo, es así que la pieza 22 presenta un 67,9%, seguida de la pieza 11 y 12 con un 64,3% y finalmente la pieza 21 con un 60,7%. (Tabla 2).

En el arco inferior se observa que las piezas que presentan forma radicular de alto riesgo corresponden a la pieza 32 con un 60,7% y 42 con un 53,6%, las piezas 41 y 31 presentan menor riesgo con un 46,4% y 42,9% respectivamente. (Tabla 3)

Tabla 2. Alto y bajo riesgo por pieza dentaria en el arco superior

Piezas	Alto riesgo		Bajo riesgo		Total	
	n	%	n	%	n	%
11	18	64,3	10	35,7	28	100
12	18	64,3	10	35,7	28	100
21	17	60,7	11	39,3	28	100
22	19	67,9	9	32,1	28	100

Tabla 3. Alto y bajo riesgo por pieza dentaria en el arco inferior

Piezas	Alto riesgo		Bajo riesgo		Total	
	n	%	n	%	n	%
31	12	42,9	16	57,1	28	100
32	17	60,7	11	39,3	28	100
41	13	46,4	15	53,6	28	100
42	15	53,6	13	46,4	28	100

5.2 Análisis de la Reabsorción radicular externa apical

En la Tabla 4 se observan los valores de reabsorción por cada paciente independientemente del tipo de propulsor utilizado de acuerdo a la media (1mm), siendo que 16 pacientes el 54,1% presentan reabsorción Nula/Leve (<media) y 12 pacientes el 45,9% presentan reabsorción Moderada/Grave (\geq media).

Tabla 4. Reabsorción radicular externa apical Nula/Leve y Moderada/Grave por paciente.

Reabsorción	n (28)	%	media(mm)	Min (mm)	Max (mm)	DS
Nula/Leve	16	54,1	0,7	0,2	0,9	$\pm 0,2$
Moderada/Grave	12	45,9	1,3	1	1,9	$\pm 0,3$

En la Tabla 5 y Tabla 6 se puede observar los valores de reabsorción de incisivos superiores e inferiores posterior al tratamiento independientemente del tipo de propulsor utilizado en relación a la reabsorción Nula/Leve y Moderada/Severa. De tal forma que se observan valores similares de reabsorción en el arco superior e inferior

Tabla 5. . Reabsorción radicular externa apical Nula/Leve y Moderada/Grave en el arco superior.

Pieza	Nula/Leve	Moderada/Severa	Total
	n(%)	n(%)	n(%)
11	15(53,6)	13(46,4)	28(100)
12	13(46,4)	15(53,6)	28(100)
21	13(46,4)	15(53,6)	28(100)
22	15(53,6)	13(46,4)	28(100)

Tabla 6. Reabsorción radicular externa apical Nula/Leve y Moderada/Grave en el arco inferior.

Pieza	Nula/Leve	Moderada/Severa	Total
	n(%)	n(%)	n(%)
31	16(54,1)	12(45,9)	28(100)
32	16(54,1)	12(45,9)	28(100)
41	17(60,7)	11(39,3)	28(100)
42	15(53,6)	13(46,4)	28(100)

5.3 Asociación

5.3.1 Asociación entre sexo, edad, propulsor, biotipo periodontal, forma radicular y reabsorción Moderada/Severa y Nula/Leve por paciente.

Como se puede observar en la Tabla 7, la reabsorción Nula/Leve es mayor para los siguientes grupos: sexo masculino, edad menor a la media (14,2), AdvanSync®, biotipo medio/grueso y raíces de bajo riesgo, sin embargo no existe una asociación estadísticamente significativa entre estas distintas variables.

Tabla 7. Asociación entre propulsor, forma radicular y reabsorción Nula/Leve y Moderada/Severa en el arco superior.

		Moderada/Grave	Nula/ Leve	Total	p
SEXO	FEMENINO	3	3	6	1,00*
	MASCULINO	9	13	22	
EDAD	MAYOR MEDIA	7	5	12	0,25
	MENOR MEDIA	5	11	16	
PROPULSOR	ADV	5	10	15	0,445
	HERB	7	6	13	
BIOTIPO	FINO	6	6	12	0,508
	MEDIO/GRUESO	6	10	16	
FORMA RADICULAR	ALTO RIESGO	9	9	18	0.434*
	BAJO RIESGO	3	7	10	

Prueba Chi cuadrado de Fisher*

5.3.2 Asociación entre propulsor, forma radicular y reabsorción Nula/Leve y Moderada/Severa en piezas superiores e inferiores

En la Tabla 8 y Tabla 9, se observa que en ninguna pieza dentaria (superior e inferior) existe una asociación estadísticamente significativa ($p > 0.05$) entre la forma radicular, nivel de reabsorción radicular y tipo de propulsor empleado para la corrección de la Clase II. Las raíces consideradas de alto riesgo (triangular, pipeta y dilacerada) presentan mayor reabsorción Moderada/Grave para el grupo Herbst mientras que la reabsorción Nula/leve es mayor para el grupo AdvanSync®, sin embargo como se mencionó no existen diferencias estadísticamente significativas.

Tabla 8. Asociación entre propulsor, forma radicular y reabsorción Nula/Leve y Moderada/Severa en el arco superior.

		PROPULSOR		p
Forma radicular	Nivel de reabsorción	ADV	HERB	
p11	alto riesgo	Moderada/Grave	3	0,157
		Nula/leve	6	
	bajo riesgo	Moderada/Grave	2	0,778
		Nula/leve	4	
p12	alto riesgo	Moderada/Grave	4	0,138
		Nula/leve	6	
	bajo riesgo	Moderada/Grave	1	1,00
		Nula/leve	4	
p21	alto riesgo	Moderada/Grave	3	0,614
		Nula/leve	4	
	bajo riesgo	Moderada/Grave	2	0,386
		Nula/leve	6	
p22	alto riesgo	Moderada/Grave	4	0,068
		Nula/leve	8	
	bajo riesgo	Moderada/Grave	1	0,673
		Nula/leve	2	

Prueba Chi cuadrado

Tabla 9. Asociación entre propulsor, forma radicular y reabsorción Nula/Leve y Moderada/Severa en el arco inferior.

		PROPULSOR			
	Forma radicular	Nivel de reabsorción	ADV	HERB	p
p31	alto riesgo	Moderada/Grave	2	4	0,248
		Nula/leve	4	2	
	bajo riesgo	Moderada/Grave	3	3	0,696
		Nula/leve	6	4	
p32	alto riesgo	Moderada/Grave	3	4	0,772
		Nula/leve	5	5	
	bajo riesgo	Moderada/Grave	2	3	0,137
		Nula/leve	5	1	
p41	alto riesgo	Moderada/Grave	2	5	0,28
		Nula/leve	4	3	
	bajo riesgo	Moderada/Grave	3	2	0,803
		Nula/leve	6	3	
p42	alto riesgo	Moderada/Grave	3	5	0,447
		Nula/leve	4	3	
	bajo riesgo	Moderada/Grave	2	2	0,569
		Nula/leve	6	3	
Prueba Chi cuadrado					

5.4 Media de Reabsorción por pieza y tipo de tratamiento

La media de reabsorción fue distinta para los 2 protocolos de tratamiento, así como diferente para el tipo de pieza analizada. La media de reabsorción para el grupo Advansync fue de 0.9mm y del grupo Herbst 1.13mm aunque las pruebas estadísticas t de Student y U de Mann Withney nos señalan que no existe diferencia significativa en el grado de Reabsorción radicular externa apical entre estos dos propulsores. Las piezas dentarias que presentaron la mayor reabsorción fueron la pieza 21 para el grupo Advansync y la pieza 12 para el grupo Herbst.

Tabla 10. Media de reabsorción radicular medida en milímetros entre AdvanSync® y Herbst.mv

	ADV(n=104)				HERB(n=120)				Significancia	
	Media	DS	Máximo	Mínimo	Media	DS	Máximo	Mínimo		
RREA11	0,6	0,5	1,5	0	0,9	1	3,4	0,1	0,44	**
RREA12	0,6	0,7	2,5	0	1,8	1,3	2,5	0,1	0,03	*
RREA21	1,2	1,1	3,6	0	1,4	0,9	3,5	0	0,496	**
RREA22	1,2	0,7	2,3	0,2	1	1	3	0	0,274	**
RREA 31	0,7	0,7	2,2	0,1	0,7	0,6	1,7	0	0,892	**
RREEA32	0,9	0,8	2,5	0	1,2	1,1	3,3	0	0,284	**
RREEA41	0,8	0,6	2,2	0	1	0,8	2,5	0,1	0,338	**
RREEA42	1,2	1	3,3	0,1	1,1	0,9	3,3	0,3	1,00	**
Total	0.9	0.76	3.6	0	1.13	0.95	3.5	0		
* T de Student ** U de Mann Withney										



6. DISCUSIÓN

La reabsorción radicular externa apical (RREA) se la considera como un efecto frecuente e indeseable del tratamiento ortodóncico^{16, 17}. Existen varios estudios que analizaron la reabsorción radicular relacionada con diversos factores tanto biológicos como mecánicos^{10, 31}, sin embargo existen muy pocos estudios relacionados con la reabsorción radicular producida por el propulsor Herbst.^{4,5,13} En este contexto no existe ninguna investigación que analice la reabsorción radicular producida por los propulsores Herbst y AdvanSync®.

La muestra inicial estuvo conformada por 30 pacientes (15 AdvanSync® y 15 Herbst) pero existieron 2 abandonos en el grupo Herbst: los datos tomográficos iniciales de uno de los pacientes no se pudieron reconstruir, de tal forma que se perdieron, en el segundo caso en cambio dos piezas estaban fusionadas por lo que no pudo establecer la medición precisa de longitudes dentarias. Entonces la muestra final se realizó con 28 pacientes (15 AdvanSync® y 13 Herbst).

Las piezas investigadas (224) fueron los incisivos superiores e inferiores pre y post tratamiento debido a que según varios estudios éstos son los dientes que muestran gran cantidad de movimientos durante la terapia con Herbst: protusión,^{76, 77} intrusión, proinclinación^{78, 79, 80}(incisivos inferiores); Retrusión⁷⁷ y retroinclinación⁷⁹ (incisivos superiores). Efectos dentoalveolares similares son producidos por Advansync sobre los incisivos^{70,71}.

Para evaluar el grado de reabsorción radicular externa apical en incisivos superiores e inferiores se realizó una Tomografía computarizada de haz cónico antes de iniciar el tratamiento y después de 9 meses al concluir el mismo. Es importante considerar que la mayoría de estudios que analizaron reabsorción radicular producida por Herbst, utilizaron radiografías bidimensionales 2D, teniendo en cuenta que las radiografías panorámicas pueden subestimar la pérdida de la estructura de la raíz en un 20% en comparación con las radiografías apicales.¹¹⁻⁵⁵, además se ha demostrado que las radiografías periapicales minimizan la reabsorción de la raíz en comparación con las imágenes de tomografía micro computarizada.⁵⁵ Alamadi et al.⁵⁵ encontraron en su estudio que las radiografías periapicales subestiman la longitud de las raíces en 2.6mm en comparación con la subestimación de 0.3mm de las imágenes CBCT.

Los grupos de estudio fueron analizados de acuerdo al tipo de tratamiento (Herbst y AdvanSync®), así como también de acuerdo a factores considerados de riesgo para reabsorción radicular: biotipo periodontal, forma radicular, edad y sexo. El análisis de la cresta ósea no se realizó en este estudio, pudiendo ser este un factor asociado para la reabsorción radicular^{10,31}

De este análisis de distintas variables se determina que no existe una asociación estadísticamente significativa entre ellas independientemente del tipo de propulsor utilizado.

La edad de los pacientes estuvo comprendida entre los 11 y 18 años con una edad promedio de 14,2 años y una desviación estándar de ± 2 años, es decir que todos los pacientes eran adolescentes teniendo una muestra relativamente homogénea en cuanto al grupo de edad.

La distribución de la muestra de acuerdo al sexo no fue equitativa, puesto que el 78.57% de los pacientes pertenecieron al sexo masculino (22) y el 21.43% al sexo femenino (6).

La morfología de la raíz puede jugar un papel importante en la reabsorción radicular,^{32, 34, 48} sin embargo en nuestra investigación los grupos de estudio no se seleccionaron de acuerdo con la morfología de la raíz, entonces es razonable suponer que los distintos tipos se distribuyeron uniformemente en los grupos, sin embargo las raíces consideradas de alto riesgo (triangular, pipeta, dilacerada) presentaron ligeramente mayor reabsorción para el grupo Herbst, como se mencionó, pueden estar presentes otros factores coadyuvantes para correlacionarse con la reabsorción como es la distancia que recorre la raíz en el hueso durante el tratamiento³⁶, así como también puede depender de la magnitud de las fuerzas aplicadas durante la activación de los aparatos³⁴ entre otros.

En general para los dos grupos de estudio existió una disminución de la longitud dentaria (Media: AdvanSync 0.9mm y Herbst 1.13mm) sin embargo se observó una tendencia de mayor reabsorción del grupo Herbst sin que exista diferencia estadísticamente significativa entre estos 2 grupos.

Algunos estudios realizados en con el propulsor Herbst señalan cambios a nivel de la raíz dentaria, como es el caso del estudio realizado por Schwartz et al., (2015)¹³ quienes mediante el uso de CBCT analizaron la reabsorción producida sobre incisivos, encontrando una disminución en la longitud de los mismos.

Kinzing et al., (2011)⁵ realizaron un estudio mediante la utilización de radiografías panorámicas y midieron el grado de RREA en molares y premolares, teniendo como resultado una tendencia a la reducción de la raíz con el aparato Herbst, particularmente en los primeros molares maxilares y los primeros premolares mandibulares. Las piezas analizadas difieren de nuestra investigación, y las imágenes fueron realizadas en radiografías bidimensionales 2D.

Otro estudio realizado por Nasiopoulos et al., (2006)⁴, analizó la RREA en premolares producida por Herbst mediante el uso de radiografías periapicales, cuyo resultado indicó una disminución radicular en primeros premolares. Es importante recalcar que las piezas usadas en este estudio en particular son premolares, los mismos que se utilizaron como anclaje durante la terapia de avance mandibular, pudiendo tener un comportamiento diferente en comparación con los incisivos que están expuestos a distintos movimientos, además la precisión en el uso de CBCT difiere de la toma radiográfica.

La pieza 21 del grupo Advansync y la pieza 12 del grupo Herbst presentaron la mayor cantidad de reabsorción. Este hecho se puede respaldar con investigaciones realizadas con tratamientos ortodóncicos donde se señala que los incisivos superiores son altamente riesgosos de sufrir reabsorción radicular^{44, 45} Además otras investigaciones muestran que el grado de RREA durante el tratamiento de ortodoncia es aproximadamente de 0.4 a 1.5mm^{44, 83}, con un porcentaje aproximado de 90% para los incisivos.^{6, 43}, aunque parece ser que de este porcentaje la reabsorción de incisivos es mayor comparada con la reabsorción general. Otro estudio reveló que el 17.5% de los pacientes tratados experimentaron reabsorción de más de 4mm en al menos un incisivo maxilar⁸³.

Se puede mencionar diferencias en cuanto al diseño de cada uno de estos propulsores, es así que el dispositivo AdvanSync® en su anclaje utiliza

únicamente los molares superiores e inferiores a diferencia de Herbst que utiliza para su anclaje premolares y molares superiores e inferiores,⁸⁵ de tal forma que distaliza los molares maxilares y la fuerza recíproca desplaza la dentición anteriormente; Como se mencionó, pueden estar implicados múltiples factores de riesgo además de las diferencias mecánicas de cada uno de ellos.

El tratamiento ortodóncico integral para corregir las maloclusiones de Clase II causa la mayor prevalencia y severidad de la reabsorción radicular en comparación con los valores previos al tratamiento, es así que cuanto más se desplazan las raíces incisivas mayor es el riesgo de RREA⁸³

Por lo tanto, debe ser importante identificar a los pacientes que tienen mayor riesgo de RREA de modo que los planes de tratamiento puedan ser modificados para evitar secuelas negativas⁶

Al no ser considerados algunos factores como el tamaño de la cresta, se recomienda para futuras estudios considerar y mejorar aspectos metodológicos para corroborar los resultados obtenidos, de igual forma se sugiere que la muestra sea ampliada y seleccionada con mejores criterios, de tal forma que se puede controlar bien su aleatorización, evitar sesgos de la investigación y esclarecer factores asociados a la reabsorción radicular externa apical.

Se pueden mencionar algunas deficiencias al realizar este estudio, entre ellas se encuentra que la muestra no fue realizada exclusivamente para el análisis de reabsorción radicular externa apical; Debido a este hecho, el abandono de 2 pacientes disminuyó el tamaño de la muestra para el grupo Herbst (13).

Como se mencionó anteriormente no se tomaron en cuenta ciertos parámetros importantes para la valoración del grado de reabsorción radicular (tamaño de cresta ósea).

Por último se menciona que el control pos tratamiento no puede ser realizado por los mismos investigadores



7. CONCLUSIONES

El análisis de reabsorción radicular externa apical en incisivos superiores e inferiores mediante CBCT determinó lo siguiente:

- No existe diferencias estadísticamente significativas entre la reabsorción radicular y el tipo de propulsor empleado para la corrección de clase II.
- Las raíces consideradas de alto riesgo presentaron mayor reabsorción para el grupo Herbst, sin embargo no existe diferencia, ni asociación estadísticamente significativa con los distintos factores de riesgo considerados en este estudio.
- En términos generales se observó menor reabsorción en el grupo AdvanSync® que en el grupo Herbst, sin embargo las pruebas estadísticas t de Student y U de Mann Withney señalan que no existe diferencia estadísticamente significativa entre estos dos grupos de estudio.
- Las piezas dentarias con mayor reabsorción medida en milímetros fueron: pieza 21 del grupo AdvanSync® y pieza 12 del grupo Herbst.



8. BIBLIOGRAFÍA

1. Bock NC, Reiser B, Ruf S. Class II subdivision treatment with the Herbst appliance. *The Angle Orthodontist*. 2013;83(2):327-33.
2. Jayachandran S, Wiltshire WA, Hayasaki SM, Pinheiro FHSL. Comparison of AdvanSync and intermaxillary elastics in the correction of Class II malocclusions: A retrospective clinical study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2016;150(6):979-88.
3. Bock NC, von Bremen J, Ruf S. Stability of Class II fixed functional appliance therapy—a systematic review and meta-analysis. *European Journal of Orthodontics*. 2016;38(2):129-39.
4. Nasiopoulos AT, Athanasiou AE, Papadopoulos MA, Kolokithas G, Ioannidou I. Premolar Root Changes Following Treatment with the Banded Herbst Appliance. *Journal of Orofacial Orthopedics / Fortschritte der Kieferorthopädie*. 2006;67(4):261-71.
5. Kinzinger G, Savvaidis S, Gross U, Gülden N, Ludwig B, Lisson J, Effects of Class II treatment with a banded Herbst appliance on root lengths in the posterior dentition, In *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, Volume 139, Issue 4, 2011, Pages 465-469, ISSN 0889-540.
6. Weltman B, Vig KWL, Fields HW, Shanker S, Kaizar EE. Root resorption associated with orthodontic tooth movement: A systematic review. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2010;137(4):462-76.
7. Brudvik P, Rygh P. The repair of orthodontic root resorption: an ultrastructural study. *European Journal of Orthodontics*. 1995;17(3):189-98.
8. Brezniak N, Wasserstein A. Root resorption after orthodontic treatment: Part 2. Literature review. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 103(2):138-46.
9. Linge L, Linge BO. Patient characteristics and treatment variables associated with apical root resorption during orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1991;99.
10. Wu ATJ, Turk T, Colak C, Elekdağ-Turk S, Jones AS, Petocz P, et al. Physical properties of root cementum: Part 18. The extent of root resorption after the application of light and heavy controlled rotational orthodontic forces

for 4 weeks: A microcomputed tomography study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2011;139(5):e495-e503.

11. Castro IO, Alencar AHG, Valladares-Neto J, Estrela C. Apical root resorption due to orthodontic treatment detected by cone beam computed tomography. *The Angle Orthodontist*. 2013;83(2):196-203.

12. Estrela C, Bueno MR, De Alencar AHG, Mattar R, Valladares Neto J, Azevedo BC, et al. Method to Evaluate Inflammatory Root Resorption by Using Cone Beam Computed Tomography. *Journal of Endodontics*. 2009;35(11):1491-7.

13. SCHWARTZ JP, RAVELI TB, ALMEIDA KCdM, SCHWARTZ-FILHO HO, RAVELI DB. Cone beam computed tomography study of apical root resorption induced by Herbst appliance. *Journal of Applied Oral Science*. 2015;23:479-85.

14. Barroso MCF, Devita RL, Lages EJP, Costa FdO, Drummond AF, Pretti H, et al. Risk variables of external apical root resorption during orthodontic treatment. *Dental Press Journal of Orthodontics*. 2012;17:39.e1-.e7.

15. Walker SL, Tieu LD, Flores-Mir C. Radiographic comparison of the extent of orthodontically induced external apical root resorption in vital and root-filled teeth: a systematic review. *European Journal of Orthodontics*. 2013;35(6):796-802.

16. Luna C, Sánchez A , Zapata E, Rendón J. REABSORCIÓN RADICULAR ASOCIADA A MOVIMIENTOS ORTODÓNCICOS: UNA REVISIÓN DE LITERATURA. *Revista Nacional de Odontología - Volumen 7, Número 13 - julio-diciembre 2011*.

17. Huang TTY, Elekdag-Turk S, Dalci O, Almuzian M, Karadeniz EI, Gonzales C, et al. The extent of root resorption and tooth movement following the application of ascending and descending magnetic forces: a prospective split mouth, microcomputed-tomography study. *European Journal of Orthodontics*. 2017;39(5):547-53.

18. Roscoe MG, Meira JBC, Cattaneo PM. Association of orthodontic force system and root resorption: A systematic review. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2015;147(5):610-26.

19. Schwarz AM. Tissue changes incidental to orthodontic tooth movement. *International Journal of Orthodontia, Oral Surgery and Radiography*. 1932;18(4):331-52.

20. Brezniak N, Wasserstein A. Orthodontically Induced Inflammatory Root Resorption. Part I: The Basic Science Aspects. The Angle Orthodontist. 2002;72(2):175-9.
21. Krishnan V, Davidovitch Ze. Cellular, molecular, and tissue-level reactions to orthodontic force. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 2006;129(4):469.e1-.e32.
22. . Brudvik P and Per Rygh. Root resorption beneath the main hyalinized zone. European Journal of Orthodontics 1994;16:249-263.
23. Roberts-Harry D, Sandy J. Orthodontics. Part 11: Orthodontic tooth movement. British Dental Journal. 2004;196:391.
24. Abuabara A. Aspectos biomecánicos de la reabsorción radicular externa en terapia ortodóncica .Medicina Oral S. L. C.I.F. B 96689336. Odontología Clínica 2008;1:21-5.
25. Ustrell J. Manual de Ortodoncia. Univesidad de Barcelona. 2011: 569-570. ISBN: 978-84-475-3497-5.
26. Matsumoto Y, Sringkarnboriboon S, Ono T. Proinflammatory mediators related to orthodontically induced periapical root resorption in rat mandibular molars. European Journal of Orthodontics. 2017;39(6):686-91.
27. Oppenheim A. A possibility for physiologic orthodontic movement. American Journal of Orthodontics and Oral Surgery. 1944;30(6):277-328.
28. Kumasako-Haga T, Konoo T, Yamaguchi K, Hayashi H. Effect of 8-hour intermittent orthodontic force on osteoclasts and root resorption. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 2009;135(3):278.e1-.e8.
29. Hendrix I, Carels C, Kuijpers-Jagtman AM, Van 'T Hof M. A radiographic study of posterior apical root resorption in orthodontic patients. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 1994;105(4):345-9.
30. Engström C, Granström G, Thilander B. Effect of orthodontic force on periodontal tissue metabolism a histologic and biochemical study in normal and hypocalcemic young rats. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 1988;93(6):486-95.
31. Linge L, Linge BO. Patient characteristics and treatment variables associated with apical root resorption during orthodontic treatment. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics.1991. 99(1):35-43.

32. Hartsfield JK, Jacob GJ, Morford LA. Heredity, genetics and orthodontics: How much has this research really helped? *Seminars in Orthodontics*. 2017;23(4):336-47.
33. Becks H. Root resorptions and their relation to pathologic bone formation: Part I: Statistical data and roentgenographic aspect. *International Journal of Orthodontia and Oral Surgery*. 1936;22(5):445-82.
34. Årtun J, Van 't Hullenaar R, Doppel D, Kuijpers-Jagtman AM. Identification of orthodontic patients at risk of severe apical root resorption. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2009;135(4):448-55.
35. Mirabella AD, Årtun J. Risk factors for apical root resorption of maxillary anterior teeth in adult orthodontic patients. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1995;108(1):48-55.
36. Winkler J, Göllner N, Göllner P, Pazera P, Gkantidis N. Apical root resorption due to mandibular first molar mesialization: A split-mouth study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2017;151(4):708-17.
37. McNab S, Battistutta D, Taverne A, Symons AL. External Apical Root Resorption Following Orthodontic Treatment. *The Angle Orthodontist*. 2000;70(3):227-32.
38. Martins DR, Tibola D, Janson G, Torres Maria FR. Effects of intrusion combined with anterior retraction on apical root resorption. *European Journal of Orthodontics*. 2012;34(2):170-5.
39. Motokawa M, Sasamoto T, Kaku M, Kawata T, Matsuda Y, Terao A, et al. Association between root resorption incident to orthodontic treatment and treatment factors. *European Journal of Orthodontics*. 2012;34(3):350-6.
40. McFadden WM, Engstrom C, Engstrom H, Anholm JM. A study of the relationship between incisor intrusion and root shortening. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1989;96(5):390-6.
41. Silva M, Simões K, Abdo M, Reis M, Farinazzo R Vitral, Apical root resorption: The dark side of the root, In *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, Volume 143, Issue 4, 2013, Pages 492-498, ISSN 0889-5406.

42. Maués CPR, Nascimento RRd, Vilella OdV. Severe root resorption resulting from orthodontic treatment: Prevalence and risk factors. *Dental Press Journal of Orthodontics*. 2015;20:52-8.
43. Vieira GM. Protein biomarkers of external root resorption: A new protein extraction protocol. Are we going in the right direction? *Dental Press Journal of Orthodontics*. 2014;19:62-9.
44. Sameshima GT, Sinclair PM. Predicting and preventing root resorption: Part I. Diagnostic factors. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2001;119(5):505-10.
45. Picanço GV, Freitas KMSd, Cançado RH, Valarelli FP, Picanço PRB, Feijão CP. Predisposing factors to severe external root resorption associated to orthodontic treatment. *Dental Press Journal of Orthodontics*. 2013;18:110-20.
46. Smale I, Årtun J, Behbehani F, Doppel D, van't Hof M, Kuijpers-Jagtman AM. Apical root resorption 6 months after initiation of fixed orthodontic appliance therapy. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2005;128(1):57-67.
47. J.K. Hartsfield J, Everett ET, Al-Qawasmi RA. Genetic Factors in External Apical Root Resorption and Orthodontic Treatment. *Critical Reviews in Oral Biology & Medicine*. 2004;15(2):115-22.
48. Marques LS, Ramos-Jorge ML, Rey AC, Armond MC, de Oliveira Ruellas AC. Severe root resorption in orthodontic patients treated with the edgewise method: Prevalence and predictive factors. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2010;137(3):384-8.
49. Harris EF, Kineret SE, Tolley EA. A heritable component for external apical root resorption in patients treated orthodontically. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1997;111(3):301-9.
50. VONDERAHE G. Postretention Status of Maxillary Incisors with Root-end Resorption. *The Angle Orthodontist*. 1973;43(3):247-55.
51. Scheibel PC, Ramos AL, Iwaki LCV, Micheletti KR. Analysis of correlation between initial alveolar bone density and apical root resorption after 12 months of orthodontic treatment without extraction. *Dental Press Journal of Orthodontics*. 2014;19:97-102.
52. Alamadi E, Alhazmi H, Hansen K, Lundgren T, Naoumova J. A comparative study of cone beam computed tomography and conventional

radiography in diagnosing the extent of root resorptions. *Progress in Orthodontics*. 2017;18(1):37.

53. Heimisdottir K, Bosshardt D, Ruf S. Can the severity of root resorption be accurately judged by means of radiographs? A case report with histology. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2005;128.

54. Ono E, Medici Filho E, Faig Leite H, Tanaka JLO, De Moraes MEL, De Melo Castilho JC. Evaluation of simulated external root resorptions with digital radiography and digital subtraction radiography. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2011;139(3):324-33.

55. Ponder SN, Benavides E, Kapila S, Hatch NE. Quantification of external root resorption by low- vs high-resolution cone-beam computed tomography and periapical radiography: A volumetric and linear analysis. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2013;143(1):77-91.

56. Algerban A, Jacobs R, Souza PC, Willems G. In-vitro comparison of 2 cone-beam computed tomography systems and panoramic imaging for detecting simulated canine impaction-induced external root resorption in maxillary lateral incisors. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2009;136.

57. Lund H. Cone beam computed tomography in evaluations of some side effects of orthodontic treatment. *Swed Dent J Suppl*. 2011;219.

58. Dudic A, Giannopoulou C, Leuzinger M, Kiliaridis S. Detection of apical root resorption after orthodontic treatment by using panoramic radiography and cone-beam computed tomography of super-high resolution. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2009;135(4):434-7.

59. Almuhtaseb E, Mao J, Mahony D, Bader R, Zhang ZX. Three-dimensional localization of impacted canines and root resorption assessment using cone beam computed tomography. *J Huazhong Univ Sci Technolog Med Sci*. 2014;34.

60. Agarwal SS, Chopra SS, Kumar P, Jayan B, Nehra K, Sharma M. A radiographic study of external apical root resorption in patients treated with single-phase fixed orthodontic therapy. *Medical Journal Armed Forces India*. 2016;72(Supplement 1):S8-S16.

61. Lund H, Gröndahl K, Hansen K, Gröndahl H-G. Apical root resorption during orthodontic treatment. *The Angle Orthodontist*. 2012;82(3):480-7.

62. VanLaecken R, Martin CA, Dischinger T, Razmus T, Ngan P. Treatment effects of the edgewise Herbst appliance: A cephalometric and tomographic investigation. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2006;130(5):582-93.
63. Pancherz H. The Herbst appliance—Its biologic effects and clinical use. *American Journal of Orthodontics*. 1985;87(1):1-20.
64. Hägglund P, Segerdal S, Forsberg C-M. The integrated Herbst appliance—treatment effects in a group of adolescent males with Class II malocclusions compared with growth changes in an untreated control group. *European Journal of Orthodontics*. 2008;30(2):120-7.
65. Yang X, Zhu Y, Long H, Zhou Y, Jian F, Ye N, et al. The effectiveness of the Herbst appliance for patients with Class II malocclusion: a meta-analysis. *European Journal of Orthodontics*. 2016;38(3):324-33.
66. Flores-Mir C, Ayeh A, Goswami A, Charkhandeh S. Skeletal and Dental Changes in Class II division 1 Malocclusions Treated with Splint-Type Herbst Appliances. *The Angle Orthodontist*. 2007;77(2):376-81.
67. Konik M, Pancherz H, Hansen K. The mechanism of Class II correction in late Herbst treatment. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1997;112(1):87-91.
68. Barnett GA, Higgins DW, Major PW, Flores-Mir C. Immediate Skeletal and Dentoalveolar Effects of the Crown- or Banded Type Herbst Appliance on Class II division 1 Malocclusion. *The Angle Orthodontist*. 2008;78(2):361-9.
69. Hansen K, Pancherz H, Hägg U. Long-term effects of the Herbst appliance in relation to the treatment growth period: a cephalometric study. *European Journal of Orthodontics*. 1991;13(6):471-81.
70. Al-Jewair TS, Preston CB, Moll E-M, Dischinger T. A comparison of the MARA and the AdvanSync functional appliances in the treatment of Class II malocclusion. *The Angle Orthodontist*. 2012;82(5):907-14.
71. Gabler B. COMPARISON OF SKELETAL AND DENTOALVEOLAR EFFECTS OF THE FORSUS AND ADVANSYNC IN TREATMENT OF CLASS II MALOCCLUSIONS. Saint Louis University. Thesis 2013.
72. Pancherz H, Hansen K. Mandibular anchorage in Herbst treatment. *European Journal of Orthodontics*. 1988;10(2):149-64.

73. Weschler D, Pancherz H. Efficiency of Three Mandibular Anchorage Forms in Herbst Treatment: A Cephalometric Investigation. *The Angle Orthodontist*. 2005;75(1):23-7.
74. Alvares JCdC, Cançado RH, Valarelli FP, Freitas KMSd, Angheben CZ. Class II malocclusion treatment with the Herbst appliance in patients after the growth peak. *Dental Press Journal of Orthodontics*. 2013;18:38-45.
75. Sampaio LP, Raveli DB, Santos-Pinto Ad, Landázuri DRG, Maia SdA. Influence of the banded Herbst appliance on dental changes in mixed dentition. *Dental Press Journal of Orthodontics*. 2012;17:44-6.
76. Wigal TG, Dischinger T, Martin C, Razmus T, Gunel E, Ngan P. Stability of Class II treatment with an edgewise crowned Herbst appliance in the early mixed dentition: Skeletal and dental changes. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2011;140(2):210-23.
77. Baysal A, Uysal T. Dentoskeletal effects of Twin Block and Herbst appliances in patients with Class II division 1 mandibular retrognathia. *European Journal of Orthodontics*. 2014;36(2):164-72.
78. Martin J, Pancherz H. Mandibular incisor position changes in relation to amount of bite jumping during Herbst/multibracket appliance treatment: A radiographic-cephalometric study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2009;136(1):44-51.
79. Jakobsone G, Latkauskiene D, McNamara Jr JA. Mechanisms of Class II correction induced by the crown Herbst appliance as a single-phase Class II therapy: 1 year follow-up. *Progress in Orthodontics*. 2013;14(1):27.
80. Hansen K. Treatment and posttreatment effects of the Herbst appliance on the dental arches and arch relationships. *Seminars in Orthodontics*. 2003;9(1):67-73.
81. Nanekrungsan K, Patanaporn V, Janhom A, Korwanich N. External apical root resorption in maxillary incisors in orthodontic patients: associated factors and radiographic evaluation. *Imaging Sci Dent*. 2012;42(3):147-54.
82. Tieu LD, Saltaji H, Normando D, Flores-Mir C. Radiologically determined orthodontically induced external apical root resorption in incisors after non-surgical orthodontic treatment of class II division 1 malocclusion: a systematic review. *Progress in Orthodontics*. 2014;15(1):48



83. Rivero Lesmes JC, Roldós Aparicio L, de Miguel Cassou BE. Advansync®: otro tratamiento ortopédico de clases II. Ortodoncia Española. 2012;52(3):129-38.



9. ANEXOS



Anexo 1.

CONSENTIMIENTO INFORMADO

UNIVERSIDAD DE CUENCA
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
CENTRO DE POSTGRADOS
ESPECIALIZACIÓN DE ORTODONCIA
PACIENTES DE LA CLÍNICA DE ORTODONCIA

CONSENTIMIENTO INFORMADO:

A usted se le está invitando a participar en este estudio de investigación de la especialidad de Ortodoncia. Antes de decidir si participa o no, debe conocer y comprender cada uno de los siguientes apartados. Este proceso se conoce como consentimiento informado. Siéntase con absoluta libertad para preguntar sobre cualquier aspecto que le ayude a aclarar sus dudas al respecto. Una vez que haya comprendido el estudio y si usted desea participar, entonces se le pedirá que firme esta forma de consentimiento, de la cual se le entregará una copia firmada y fechada.

BENEFICIOS DEL ESTUDIO:

Se obtendrán datos sobre la efectividad de las dos terapias aplicadas, pudiendo elegir la más óptima en un futuro.

PROCEDIMIENTOS DEL ESTUDIO:

En caso de aceptar participar en el estudio se le realizarán algunas preguntas sobre datos generales del niño y la evaluación a partir de una ficha clínica para determinar las condiciones del infante. Además de ser sometido a una terapia correctiva no invasiva.

RIESGOS ASOCIADOS CON EL ESTUDIO:

Este estudio no somete a ninguno de los participantes a riesgo alguno. Ya que no estará sujeto a ningún tipo de acción invasiva aplicada por parte de los investigadores.

ACLARACIONES:

- Su decisión de participar en el estudio es completamente voluntaria.
- No habrá ninguna consecuencia desfavorable para usted, en caso de no aceptar la invitación.
- No tendrá que hacer gasto alguno durante el estudio.
- En caso de retirarse del proceso, se anula el anterior punto, por lo que deberá cancelar o indemnizar el costo de los materiales.
- No recibirá pago por su participación.
- En el transcurso del estudio usted podrá solicitar información actualizada sobre el mismo, al investigador responsable.
- La información obtenida en este estudio, utilizada para la identificación de cada paciente, será mantenida con estricta confidencialidad por el grupo de investigadores.
- Si considera que no hay dudas ni preguntas acerca de su participación, puede, si así lo desea, firmar la Carta de Consentimiento Informado anexa a este documento.



CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO:

Yo, _____ Padre de familia del niño, _____ he leído y comprendido la información anterior y mis preguntas han sido respondidas de manera satisfactoria. He sido informado y entiendo que los datos obtenidos en el estudio pueden ser publicados o difundidos con fines científicos. Convengo en participar en este estudio de investigación. Recibiré una copia firmada y fechada de esta forma de consentimiento.

Firma del participante

En representación de la Universidad de Cuenca

Yo, _____

He explicado al Sr (a). _____ la naturaleza y los propósitos de la investigación; le he explicado acerca de los riesgos y beneficios que implica su participación. He contestado a las preguntas en la medida de lo posible y he preguntado si tiene alguna duda. Acepto que he leído y conozco la normatividad correspondiente para realizar investigación con seres humanos y me apegó a ella. Una vez concluida la sesión de preguntas y respuestas, se procedió a firmar el presente documento.

Firma del investigador

Fecha del Acuerdo: Cuenca, _____ de 2016.